



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Komputerowa mechanika płynów [N1Mech2>KMP]

Przedmiot

Kierunek studiów
Mechatronika

Rok/Semestr
3/5

Studia w zakresie (specjalność)
–

Profil studiów
ogólnoakademicki

Poziom studiów
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu
polski

Forma studiów
niestacjonarne

Wymagalność
obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład
8

Laboratorium
16

Inne
0

Ćwiczenia
0

Projekty/seminaria
0

Liczba punktów ECTS

3,00

Koordynatorzy

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Student ma podstawową wiedzę z grafiki komputerowej i systemów CAD, podstaw programowania i MES (metody elementów skończonych) w zakresie niezbędnym dla zrozumienia zasady działania oprogramowania i przeprowadzenia obliczeń przepływowych. Potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie. Potrafi posłużyć się popularnym systemem obliczeniowym MES do przeprowadzenia prostej symulacji numerycznej zjawisk opisanych układem równań różniczkowych, uwzględniającej dyskretyzację przestrzeni.

Cel przedmiotu

Wprowadzenie do komputerowej mechaniki płynów z zakresu prowadzenia symulacji przepływowych dla wybranych konstrukcji. Nabycie praktycznej wiedzy i umiejętności posługiwania się specjalistycznym oprogramowaniem.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Absolwent posiada podstawową, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu mechaniki płynów i komputerowej mechaniki płynów.

Posiada wiedzę na temat klasyfikacji przepływów oraz możliwości ich modelowania.

Posiada wiedzę z zakresu metod numerycznych wykorzystywanych w komputerowej mechanice płynów.

Umiejętności:

Potrafi modelować przepły płynu wykorzystując wybrane komercyjne oprogramowanie oraz analizować, wizualizować i krytycznie oceniać uzyskane wyniki.

Potrafi wykorzystać inżynierskie metody i narzędzia informatyczne do formułowania i rozwiązywania zadań.

Potrafi stosować zdobytą wiedzę z matematyki we wszystkich najważniejszych obszarach mechatroniki, w szczególności do formułowania równań opisujących przepływ cieczy i gazów.

Potrafi przetwarzać dane z symulacji CFD z wykorzystaniem zewnętrznego oprogramowania, w tym języka Python.

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i wyciągać wnioski.

Kompetencje społeczne:

Rozumie konieczności samokształcenia związanego z rozwojem techniki.

Ma umiejętność samokształcenia się.

Zrozumie społeczne i systemowe skutki działalności inżynierskiej.

Zrozumie znaczenia pracy zespołowej.

Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana na podstawie pisemnego testu.

Laboratoria komputerowe zaliczane są na podstawie indywidualnie wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych / projektowych.

Treści programowe

Właściwości płynów. Kinematyka płynów. Analiza różnicowa przepływu płynów. Podstawowe równania przepływu. Klasyfikacja przepływu ze względu na wybrane kryteria. Analiza wymiarowa i modelowanie. Wprowadzenie do numerycznej mechaniki płynów.

Zajęcia praktyczne obejmują zastosowanie omawianych treści w wybranym komercyjnym/otwartoźródłowym oprogramowaniu używanym w przemyśle.

Tematyka zajęć

Podstawowe równania opisujące przepływ płynu. Równania Eulera, Naviera-Stokesa. Przepływy laminarne i turbulenty, ściśliwe i nieściśliwe. Lepkość. Podobieństwo przepływów. Liczba Reynoldsa.

Wprowadzenie do numerycznej mechaniki płynów, Omówienie podstawowych założeń i metod modelowania przepływów. Modele DNS, LES i RANS. Modelowanie turbulencji.

Omówienie równań rządzących, sformułowanie FVM/MOS.

Warstwa przyścienna. Problem generacji i jakości przepływowych siatek obliczeniowych. Parametr y^+ . Metody overset (nakładających się siatek).

Opory przepływu i siła nośna. Wyznaczanie sił aerodynamicznych. Współczynniki C_D i C_L .

Analiza, wizualizacja i interpretacja wyników symulacji.

Obliczenia niestacjonarne. Dobór wielkości kroku czasowego. Warunek CFL.

Przetwarzanie danych z symulacji CFD z użyciem języka Python. Wykorzystanie analizy modalnej, w tym analizy składowych głównych (PCA), do identyfikacji i analizy struktur koherentnych w przepływach.

Wizualizacja wirów. Wirowość, kryteria Q i λ_2 . Linie prądu i tory cząstek.

Podstawowe aspekty modelowania oddziaływań płyn-struktura. Aerosprężystość. Ruchoma geometria.

Sformułowanie ALE. Interpolacja danych, deformacja siatek przepływowych.

Podstawowe aspekty modelowania przepływów wielofazowych.

Metody dydaktyczne

Wykład informacyjny/problemowy: prezentacja multimedialna ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, studium przypadku. Laboratorium komputerowe z elementami projektu.

Literatura

Podstawowa:

T. J. Chung: Computational Fluid Dynamics. Cambridge University Press 2002

Y. A. Çengel, J. M. Cimbala: Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications. McGraw-Hill 2014

J.Tu, G.H. Yeoh, C. Liu: Computational Fluid Dynamics: A Practical Approach. Burlington, MA: Elsevier, 2024.

Uzupełniająca:

O.C. Zienkiewicz: Metoda Elementów Skończonych. WNT Warszawa 1977

B.R. Noack, W. Stankiewicz, M. Morzyński, P.J. Schmid: Recursive dynamic mode decomposition of transient and post-transient wake flows. Journal of Fluid Mechanics 809, 2016. pp. 843-872

R. Roszak, M. Rychlik, W. Stankiewicz, K. Kotecki, H. Hausa, M. Morzyński, M. Nowak: Metoda numerycznej analizy aerosprężystości. Prace Instytutu Lotnictwa, 11 (220), 2011. pp. 148-160.

www.youtube.com/@fluidmechanics101

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	24	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	51	2,00